

ABNORMALITY DECIDING METHOD FOR HIGH PRESSURE FUEL INJECTION DEVICE

Publication number: JP2000265896

Publication date: 2000-09-26

Inventor: SUGIYAMA TATSUMASA; KATO YUICHIRO

Applicant: TOYOTA MOTOR CORP

Classification:

- international: **F02D45/00; F02D41/22; F02D41/38; F02D41/40; F02M63/02; F02D45/00; F02D41/22; F02D41/38; F02D41/40; F02M63/00;** (IPC1-7): F02D45/00; F02D41/22; F02D41/40

- European: F02D41/22B; F02D41/38C; F02M63/02C

Application number: JP19990072258 19990317

Priority number(s): JP19990072258 19990317

Also published as:



EP1036923 (A:

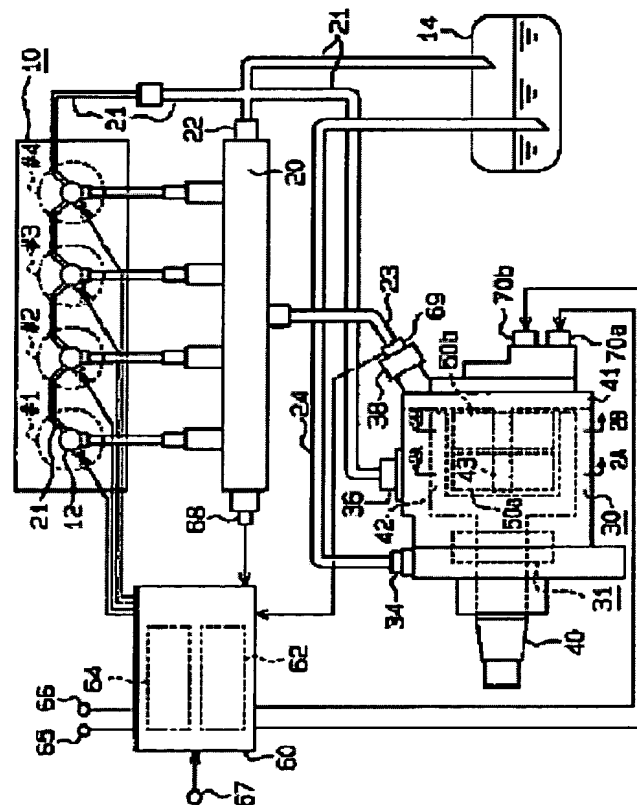
EP1036923 (A:

EP1036923 (B

Report a data error he

Abstract of JP2000265896

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an abnormality deciding method capable of specifying a fuel force feed system generating an abnormality without fluctuating fuel pressure within an accumulator piping. **SOLUTION:** A fuel pump 30 is provided with a first supply pump 50a and a second supply pump 50b. Fuel is alternately and forcibly fed from each supply pump 50a, 50b to a common rail 20. Each injector 12 executes a fuel injection based on fuel pressure (rail pressure) within a common rail 20. An electronic control device (ECU) 60 detects rail pressure rising amount for a fuel force feed period and calculates an estimated value of the rail pressure rising amount based on a force feed command value for a fuel pump 30. The ECU 60 judges whether the fuel force feed period is a period when either one fuel force feed of each supply pump 50a, 50b is performed. An abnormality of each supply pump 50a, 50b is separately decided based on the detected value and the estimated value of rail pressure rising amount.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-265896

(P2000-265896A)

(43) 公開日 平成12年9月26日 (2000.9.26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
F 0 2 D 45/00	3 4 5	F 0 2 D 45/00	3 4 5 K 3 G 0 8 4
41/22	3 9 5	41/22	3 9 5 3 G 3 0 1
41/40		41/40	Z

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平11-72258

(22) 出願日 平成11年3月17日 (1999.3.17)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 杉山 辰優

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 加藤 裕一郎

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100068755

弁理士 恩田 博宣

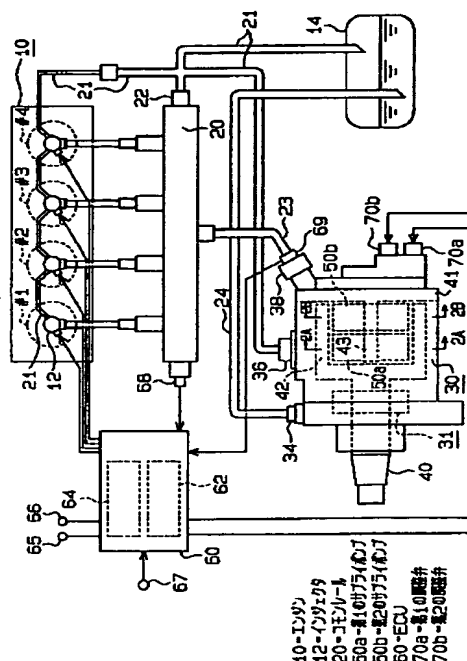
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高圧燃料噴射装置の異常判定方法

(57) 【要約】

【課題】 蓄圧配管内の燃料圧力を変動させることなく、異常の発生した燃料圧送系を特定することのできる異常判定方法を提供する。

【解決手段】 燃料ポンプ30は第1のサブライポンプ50a及び第2のサブライポンプ50bを備え、これら各サブライポンプ50a、50bからコモンレール20に燃料を交互に圧送する。各インジェクタ12はコモンレール20内の燃料圧（レール圧）に基づいて燃料噴射を実行する。電子制御装置（ECU）60は燃料圧送期間でのレール圧上昇量を検出するとともに、同レール圧上昇量の推定値を燃料ポンプ30に対する圧送指令値に基づいて算出する。ECU60は燃料圧送期間が各サブライポンプ50a、50bのうちのいずれの燃料圧送が行われた期間であるかを判断し、各サブライポンプ50a、50bの異常をレール圧上昇量の検出値と推定値とに基づいて各別に判定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】内燃機関の燃料噴射弁が接続される蓄圧配管に複数の燃料圧送系から各別の圧送期間をもって高圧燃料を圧送するようにした高圧燃料噴射装置の異常判定方法であって、

前記圧送期間が前記各燃料圧送系のうちのいずれの燃料圧送が行われる期間であるかを判断して各々それら燃料圧送系の異常の有無を判定することを特徴とする高圧燃料噴射装置の異常判定方法。

【請求項2】請求項1に記載した高圧燃料噴射装置の異常判定方法において、

前記判断される圧送期間での前記蓄圧配管内の燃料圧変化を検出し、該検出結果と前記燃料圧送系に対する圧送指令値との比較のもとに前記異常の有無の判定を行うことを特徴とする高圧燃料噴射装置の異常判定方法。

【請求項3】請求項1に記載した高圧燃料噴射装置の異常判定方法において、

前記判断される圧送期間での前記蓄圧配管内の燃料圧変化を検出するとともに、前記燃料圧送系に対する圧送指令値に基づいて前記判断される圧送期間での前記蓄圧配管内の燃料圧変化を推定し、該推定される燃料圧変化と前記検出される燃料圧変化との比較のもとに前記異常の有無の判定を行うことを特徴とする高圧燃料噴射装置の異常判定方法。

【請求項4】請求項3に記載した高圧燃料噴射装置の異常判定方法において、

前記燃料圧変化として前記圧送期間での燃料圧変化量を検出及び推定し、該検出される燃料圧変化量と該推定される燃料圧変化量とを比較することにより前記異常として前記燃料圧送系が圧送量不足状態及び圧送量過剰状態のいずれか一方にあることを判定することを特徴とする高圧燃料噴射装置の異常判定方法。

【請求項5】請求項4に記載した高圧燃料噴射装置の異常判定方法において、

各燃料圧送系毎の異常判定結果を対比して前記異常の内容を特定することを特徴とする高圧燃料噴射装置の異常判定方法。

【請求項6】請求項5に記載した高圧燃料噴射装置の異常判定方法において、

前記燃料圧送系は燃料を加圧して前記蓄圧配管に圧送する圧送機構と該圧送機構の燃料圧送量を調節する調量機構とそれぞれを備えるものであり、

前記異常判定結果が、一部の燃料圧送系が圧送量不足状態にあり且つその他の燃料圧送系には異常無しとする判定結果であるときに、前記一部の燃料圧送系の圧送機構における圧送能力の低下及び前記一部の燃料圧送系の調量機構における異常の少なくとも一方が発生していると前記異常の内容を特定することを特徴とする高圧燃料噴射装置の異常判定方法。

【請求項7】請求項5に記載した高圧燃料噴射装置の異

常判定方法において、

前記燃料圧送系は燃料を加圧して前記蓄圧配管に圧送する圧送機構と該圧送機構の燃料圧送量を調節する調量機構とを備えるものであり、

前記異常判定結果が、一部の燃料圧送系が圧送量過剰状態にあり且つその他の燃料圧送系には異常無しとする判定結果であるときに、前記一部の燃料圧送系の調量機構が異常であると前記異常内容を特定することを特徴とする高圧燃料噴射装置の異常判定方法。

【請求項8】請求項5に記載した高圧燃料噴射装置の異常判定方法において、

前記異常判定結果が、全ての燃料圧送系が圧送量不足状態にあるとする判定結果であるときに、前記各燃料圧送系に共通な機構において燃料洩れ及び動作不良の少なくとも一方が発生していると前記異常内容を特定することを特徴とする高圧燃料噴射装置の異常判定方法。

【請求項9】請求項1乃至3のいずれかに記載した高圧燃料噴射装置の異常判定方法において、

前記各燃料圧送系毎の異常判定結果が全ての燃料圧送系に異常有りとする判定結果であるときに、前記各燃料圧送系に共通な機構において異常が発生していると更に判定することを特徴とする高圧燃料噴射装置の異常判定方法。

【請求項10】請求項1乃至9のいずれかに記載した高圧燃料噴射装置の異常判定方法において、

前記各燃料圧送系毎の異常判定を前記燃料噴射弁による燃料噴射が実行される度に実行することを特徴とする高圧燃料噴射装置の異常判定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、内燃機関の燃料噴射弁が接続される蓄圧配管に複数の燃料圧送系から各別の圧送期間をもって高圧燃料を圧送するようにした高圧燃料噴射装置の異常判定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ディーゼルエンジンや筒内燃料噴射式のガソリンエンジンに適用される高圧燃料噴射装置としては、燃料ポンプから燃料をコモンレール等の蓄圧配管に圧送するとともに、この蓄圧配管に接続された燃料噴射弁を開閉することにより同燃料噴射弁から機関燃焼室内に燃料を噴射供給するようにした、いわゆる蓄圧式の高圧燃料噴射装置が知られている。

【0003】また、こうした高圧燃料噴射装置としては、燃料圧送用のポンプを2つ有する等、燃料圧送系を複数備えるようにしたものも従来より採用されている。このように複数の燃料圧送系を備えることで、燃料の圧送能力を高めることができ、蓄圧配管内の燃料圧、即ち燃料噴射圧の変動を好適に抑制することも可能になる。

【0004】ところで、こうした高圧燃料噴射装置の異常を判定する方法としては、各燃料圧送系の燃料圧送に

伴う蓄圧配管内の燃料圧上昇量を検出し、その燃料圧上昇量と正常時の燃料圧上昇量に相当する目標量との偏差が所定の判定値よりも大きくなったときに異常である旨判定する方法が知られている。また、この異常判定方法では、燃料圧上昇量の検出誤差による誤判定を避けるために、上記偏差を複数回の燃料圧送について平均化処理するようにしている。

【0005】しかしながら、こうした異常判定方法では、一部の燃料圧送系のみが動作不良になったような場合、上記偏差が平均化処理によって小さくなるために、これを異常と判定することができなくなるおそれがある。上記判定値を小さく設定することにより、こうした異常を判定することも可能にはなるが、上記判定値を小さくすることで誤判定を招く可能性が大きくなる。また、この異常判定方法では、仮に一部の燃料圧送系に異常が発生したことを正確に判定できたとしても、いずれの燃料圧送系に異常が発生したかを特定することはできない。

【0006】そこで従来より、特開平4-272472号公報に記載されるような異常判定方法が提案されている。この異常判定方法では、まず、2つの燃料圧送系（高圧ポンプ）がいずれも作動している時のコモンレール内における燃料圧力変化を基準圧力パターンPSTDとして記憶する。次に、2つの高圧ポンプのうちの一方の作動を強制的に停止させ、その時の燃料圧力の変化を第1停止圧力パターンP#1として記憶する。更に他方の高圧ポンプの作動を強制的に停止させ、その時の燃料圧力の変化を第2停止圧力パターンP#2として記憶する。そして、上記基準圧力パターンPSTDと各停止圧力パターンP#1、P#2とを比較して各高圧ポンプの異常の有無を判定するようにしている。

【0007】ここで例えば、各高圧ポンプがいずれも正常に作動している場合、これらのうちのいずれか一方を停止させたときには、コモンレール内の燃料圧力が変動し、上記基準圧力パターンPSTDと停止圧力パターンP#1、P#2とが異なるものとなる。これに対して、各高圧ポンプのうちいずれか一方に異常が発生している場合、その異常が発生している高圧ポンプの作動を停止させても燃料圧力は変化せず、そのときの停止圧力パターンP#1、P#2は基準圧力パターンPSTDと一致するようになる。

【0008】従って、各停止圧力パターンP#1、P#2と基準圧力パターンPSTDとが一致するか否かを判断することにより各高圧ポンプの異常の有無をそれぞれ各別に判定することができることとなる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この従来の異常判定方法では、上記各停止圧力パターンP#1、P#2をそれぞれ記憶する際に、各高圧ポンプの作動を一時的にせよ停止させる必要がある。このため、例

えば上記公報に記載されるように、こうした異常判定を機関がアイドル安定状態にあることを条件に実行するようにした場合には、各高圧ポンプの作動停止に伴う燃料圧力の変動によって燃料噴射量がばらつくようになり、機関回転数の変動が大きくなる、いわゆるラフアイドル状態を招くおそれがある。

【0010】このように、従来の異常判定方法にあっては、コモンレール内の燃料圧力が機関側の要求とは無関係に変動するようになり、燃料噴射制御の精度低下や、それに伴う機関燃焼状態の悪化も避けきれないものとなっていた。

【0011】この発明はこうした従来の実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、複数の燃料圧送系を備えた高圧燃料噴射装置に適用され、蓄圧配管内の燃料圧力を変動させることなく、異常の発生した燃料圧送系を特定することのできる異常判定方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】以下、上記目的を達成するための手段及びその作用効果について記載する。請求項1に記載した発明では、内燃機関の燃料噴射弁が接続される蓄圧配管に複数の燃料圧送系から各別の圧送期間をもって高圧燃料を圧送するようにした高圧燃料噴射装置の異常判定方法であって、前記圧送期間が前記各燃料圧送系のうちのいずれの燃料圧送が行われる期間であるかを判断して各々それら燃料圧送系の異常の有無を判定するようにしている。

【0013】こうした異常判定方法によれば、圧送期間が各燃料圧送系のうちのいずれの燃料圧送が行われる期間であるかを判断することにより、各燃料圧送系の作動状態を何ら変更することなく、各燃料圧送系の異常の有無を各別に判定することができるようになる。従って、蓄圧配管内の燃料圧力を変動させることなく、異常のある燃料圧送系を特定することができる。

【0014】また、各燃料圧送系の異常の有無を判定する上では、請求項2に記載した発明によるように、請求項1に記載した高圧燃料噴射装置の異常判定方法において、前記判断される圧送期間での前記蓄圧配管内の燃料圧変化を検出し、該検出結果と前記燃料圧送系に対する圧送指令値との比較のもとに前記異常の有無の判定を行うようにした異常判定方法や、請求項3に記載した発明によるように、請求項1に記載した高圧燃料噴射装置の異常判定方法において、前記判断される圧送期間での前記蓄圧配管内の燃料圧変化を検出するとともに、前記燃料圧送系に対する圧送指令値に基づいて前記判断される圧送期間での前記蓄圧配管内の燃料圧変化を推定し、該推定される燃料圧変化と前記検出される燃料圧変化との比較のもとに前記異常の有無の判定を行うようにした異常判定方法を採用することができる。

【0015】燃料圧送系が正常であれば、実際に検出さ

れる燃料圧変化と、燃料圧送系に対する圧送指令値、或いは同指令値に基づき推定される燃料圧変化との間には一定の相関性が存在しているが、一旦、燃料圧送系に異常が発生すると、こうした両者の間の相関性は低下するようになる。こうした相関性の低下は、実際に検出される燃料圧変化と上記圧送指令値や同指令値に基づき推定される燃料圧変化とを比較することで容易に判断することができる。

【0016】上記請求項2又は3に記載した異常判定方法では、請求項1に記載した作用効果に加えて、実際の燃料圧変化と、圧送指令値或いは同指令値に基づいて推定される燃料圧変化とを比較するようにしているため、異常判定をより正確に行うことができ、異常判定結果の信頼性を高めることができるようになる。

【0017】尚、上記「燃料圧変化」としては具体的に、

- ・燃料圧の変化量
- ・燃料圧が変化する際の変化速度
- ・燃料圧が変化する際の変化パターン

等々を挙げることができる。

【0018】更に、こうした異常判定の更に具体的な態様として、請求項4に記載した発明によるように、請求項3に記載した高圧燃料噴射装置の異常判定方法において、前記燃料圧変化として前記圧送期間での燃料圧変化量を検出及び推定し、該検出される燃料圧変化量と該推定される燃料圧変化量とを比較することにより前記異常として前記燃料圧送系が圧送量不足状態及び圧送量過剰状態のいずれか一方にあることを判定するといった異常判定方法を採用することができる。

【0019】燃料圧送系が圧送量不足状態にある場合には、正常時と比較して実際に検出される燃料圧変化量（実変化量）は燃料圧送系に対する圧送指令値に基づいて推定される燃料圧変化量（推定変化量）よりも少なくなるように変化する。逆に燃料圧送系が圧送量過剰状態にある場合には、正常時と比較して上記実変化量は推定変化量よりも多くなるように変化する。

【0020】従って、請求項4に記載した発明のように、これら実変化量と推定変化量とを比較することにより、異常をより正確に判定して異常判定結果の信頼性を高めることができるばかりでなく、更にその異常の発生した燃料圧送系が圧送量不足状態にあるか、或いは圧送量過剰状態にあるかまで詳細に判定することができるようになる。

【0021】また、請求項5に記載した発明では、この請求項4に記載した高圧燃料噴射装置の異常判定方法において、各燃料圧送系毎の異常判定結果を対比して前記異常の内容を特定するようにしている。

【0022】各燃料圧送系が異常であると判定される場合、その異常が燃料圧送系の動作不良等、その燃料圧送系に固有な異常である場合と、蓄圧配管からの燃料洩れ

等、全ての燃料圧送系に影響を及ぼす異常である場合とがある。

【0023】上記請求項5に記載した発明によれば、こうした異常の内容を各燃料圧送系毎の異常判定結果を対比することにより特定することができ、その異常内容に対応した適切なフェイルセーフ処理を実行することも可能になる。

【0024】更に、上記のように各異常判定結果を対比して異常内容を特定する際には、請求項6乃至8のいずれかに記載した異常判定方法を採用することができる。即ち、請求項6に記載した発明では、請求項5に記載した高圧燃料噴射装置の異常判定方法において、前記燃料圧送系は燃料を加圧して前記蓄圧配管に圧送する圧送機構と該圧送機構の燃料圧送量を調節する調量機構とそれぞれを備えるものであり、前記異常判定結果が、一部の燃料圧送系が圧送量不足状態にあり且つその他の燃料圧送系には異常無しとする判定結果であるときに、前記一部の燃料圧送系の圧送機構における圧送能力の低下及び前記一部の燃料圧送系の調量機構における異常の少なくとも一方が発生していると前記異常の内容を特定するようにしている。

【0025】一部の燃料圧送系が圧送量不足状態にあり且つその他の燃料圧送系が異常無しとして判定される場合、少なくともその他の燃料圧送系については燃料圧送が正常に行われていることから、例えば燃料タンクから各燃料圧送系に燃料を供給するフィードポンプや、蓄圧配管、或いは燃料噴射弁等々の各燃料圧送系に共通な機構において燃料洩れや動作不良等の異常は発生していないと判断できる。

【0026】従って、このように一部の燃料圧送系が圧送量不足状態にあり且つその他の燃料圧送系が異常無しとして判定される場合には、圧送量不足状態にあると判定された燃料圧送系に関して、

- ・圧送機構における圧送能力の低下
- ・調量機構における異常

の少なくとも一方が発生しているとして異常内容を特定することができる。

【0027】また、請求項7に記載した発明では、請求項5に記載した高圧燃料噴射装置の異常判定方法において、前記燃料圧送系は燃料を加圧して前記蓄圧配管に圧送する圧送機構と該圧送機構の燃料圧送量を調節する調量機構とを備えるものであり、前記異常判定結果が、一部の燃料圧送系が圧送量過剰状態にあり且つその他の燃料圧送系には異常無しとする判定結果であるときに、前記一部の燃料圧送系の調量機構が異常であると前記異常内容を特定するようにしている。

【0028】一部の燃料圧送系が圧送量過剰状態であり且つその他の燃料圧送系が異常無しとして判定される場合、その他の燃料圧送系については燃料圧送が正常に行われていることから、前述したように各燃料圧送系に共

通な機構に異常は発生していないと判断できる。更に、この場合には、圧送量過剰状態にあると判定された燃料圧送系について、その圧送機構における所定の圧送能力は低下していないと判断できる。

【0029】従って、このように一部の燃料圧送系が圧送量過剰状態であり且つその他の燃料圧送系が異常無しとして判定される場合には、圧送量過剰状態と判定された燃料圧送系の調量機構が異常であるとして異常内容を特定することができる。

【0030】更に、請求項8に記載した発明では、請求項5に記載した高圧燃料噴射装置の異常判定方法において、前記異常判定結果が、全ての燃料圧送系が圧送量不足状態にあるとする判定結果であるときに、前記各燃料圧送系に共通な機構において燃料洩れ及び動作不良の少なくとも一方が発生していると前記異常内容を特定するようにしている。

【0031】全ての燃料圧送系が圧送量不足状態にあると判定される場合としては、

(a) 全ての燃料圧送系において異常が発生している場合

(b) 各燃料圧送系に共通な機構に燃料洩れや動作不良が発生している場合

を挙げることができる。
【0032】しかしながら、上記(a)のように、全ての燃料圧送系においてそれぞれに異常が発生し、しかもそれら全てが圧送量不足状態になる可能性は実際上極めて低いことから、このように全ての燃料圧送系が圧送量不足状態にあると判定される場合には、上記(b)のように、各燃料圧送系に共通な機構において燃料洩れや動作不良が発生しているため、こうした共通機構における異常が全ての燃料圧送系の燃料圧送に影響を及ぼしている蓋然性が高い。従って、この場合には、各燃料圧送系に共通な機構において燃料洩れや動作不良が発生しているとして異常内容を特定することができる。

【0033】このように、請求項6乃至8に記載した異常判定方法によれば、請求項5に記載した発明の作用効果に加え、上記のようにして異常内容を更に具体的に特定することができるようになり、その異常内容に対応した適切なフィルセーフ処理を実行することも可能になる。

【0034】また、請求項9に記載した発明では、請求項1乃至3のいずれかに記載した高圧燃料噴射装置の異常判定方法において、前記各燃料圧送系毎の異常判定結果が全ての燃料圧送系に異常有りとする判定結果であるときに、前記各燃料圧送系に共通な機構において異常が発生していると更に判定するようにしている。

【0035】全ての燃料圧送系に異常有りと判定される場合、前述したように、実際に燃料圧送系が全て異常である可能性は極めて小さい。従って、この場合には、各燃料圧送系に共通な機構において異常が発生していると

して更に判定することができる。

【0036】従って、請求項9に記載した異常判定方法によれば、請求項1乃至3のいずれかに記載した発明の作用効果に加え、各燃料圧送系に共通な機構において異常が発生しているのを判断することができ、それに対応した適切なフィルセーフ処理を実行することも可能になる。

【0037】また、上記のような各異常判定を、例えば機関アイドル時や機関始動直後等、特定の時期にのみ実行することも可能ではあるが、燃料圧送系の異常をより早期に判定する上では、機関運転中、これを一定の周期で繰り返し実行するのが望ましく、また、上記各異常判定方法ではいずれも、蓄圧配管内の燃料圧を変動させてしまうことがないため、これを繰り返し実行したとしても燃料噴射制御等、他の制御に悪影響を及ぼすおそれはない。

【0038】そこで、請求項10に記載した発明では、請求項1乃至9のいずれかに記載した高圧燃料噴射装置の異常判定方法において、前記各燃料圧送系毎の異常判定を前記燃料噴射弁による燃料噴射が実行される度に実行するようにしている。

【0039】こうした異常判定方法によれば、各燃料圧送系の異常をより早期に判定することができ、その異常に対応したフェイルセーフ処理をより早い段階で開始することも可能になる。

【0040】

【発明の実施の形態】以下、本発明を4気筒直噴式ディーゼルエンジン（以下、単に「エンジン」という）の高圧燃料噴射装置に適用するようにした一実施形態について説明する。

【0041】図1はエンジン10及びその高圧燃料噴射装置の概略構成を示している。同図に示すように、この高圧燃料噴射装置は、エンジン10の各気筒#1～#4に対応してそれぞれ設けられたインジェクタ12、これら各インジェクタ12が接続されたコモンレール20、燃料タンク14内の燃料をコモンレール20に圧送する燃料ポンプ30、及び電子制御装置（以下、「ECU」という）60を備えている。

【0042】コモンレール20は燃料ポンプ30から供給される燃料を所定圧力をもって蓄圧する蓄圧配管として機能するものであり、その内部の燃料圧（以下、「レール圧」という）に基づいてインジェクタ12の燃料噴射圧が決定される。このコモンレール20にはリリーフバルブ22が取り付けられており、同リリーフバルブ22はリリーフ通路21を介して燃料タンク14に接続されている。

【0043】このリリーフバルブ22は通常時には閉弁状態を保持しているが、何らかの異常によりレール圧が予め設定されている上限設定圧以上にまで上昇したときには開弁状態となり、レール圧を強制的に低下させる。

因みに、このようにリリーフバルブ 22 が開弁してレール圧が大きく低下した場合、ECU 60 は燃料洩れが発生したと判断し、燃料噴射を停止してエンジン 10 の運転を強制的に停止させる。

【0044】インジェクタ 12 は ECU 60 により開閉駆動される電磁弁であり、コモンレール 20 から供給される燃料を各気筒 #1 ~ #4 の燃焼室（図示略）内に噴射する。各インジェクタ 12 はリリーフ通路 21 を介して燃料タンク 14 にも接続されている。インジェクタ 12 が全て閉弁状態となっている場合でも、コモンレール 20 から各インジェクタ 12 に供給される燃料の一部はインジェクタ 12 の内部に定常的にリークしており、このようにリークした燃料はリリーフ通路 21 を通じて燃料タンク 14 に戻されるようになっている。

【0045】ECU 60 は燃料ポンプ 30 の燃料圧送や、インジェクタ 12 の燃料噴射に係る制御を実行するものであり、各種制御プログラムや関数データ等が記憶されるメモリ 64 と、演算処理を実行する CPU 62 等により構成されている。

【0046】この ECU 60 にはエンジン 10 の運転状態やコモンレール 20 内の燃料状態等を検出するための各種センサが接続されており、これら各センサから検出信号がそれぞれ入力される。

【0047】例えば、エンジン 10 のクランクシャフト（図示略）の近傍には回転数センサ 65 が、カムシャフト（図示略）の近傍には気筒判別センサ 66 がそれぞれ設けられている。ECU 60 はこれら各センサ 65、66 から入力される検出信号に基づいてクランクシャフトの回転速度（機関回転速度 NE）と、同クランクシャフトの回転角度（クランク角 CA）とをそれぞれ算出する。

【0048】また、アクセルペダル（図示略）の近傍にはアクセルセンサ 67 が設けられており、同アクセルセンサ 67 からはアクセルペダルの踏込量（アクセル開度 ACCP）に応じた検出信号が出力される。コモンレール 20 には燃圧センサ 68 が設けられており、同燃圧センサ 68 からはレール圧に応じた検出信号が出力される。燃料ポンプ 30 の吐出ポート 38 近傍には燃温センサ 69 が設けられており、同燃温センサ 69 からは燃料の温度（燃温 THF）に応じた検出信号が出力される。ECU 60 はこれら各センサ 67 ~ 69 からの検出信号に基づいてアクセル開度 ACCP、レール圧、及び燃温 THF をそれぞれ検出する。

【0049】燃料ポンプ 30 は、エンジン 10 のクランクシャフトにより回転駆動されるドライブシャフト 40、ドライブシャフト 40 の回転に基づいて作動するフィードポンプ 31、ドライブシャフト 40 に形成された環状のカム 42 により駆動される一対のサブライポンプ（第 1 のサブライポンプ 50 a 及び第 2 のサブライポンプ 50 b）、これら各サブライポンプ 50 a、50 b の

燃料圧送量を調整する一対の調整弁（第 1 の調整弁 70 a 及び第 2 の調整弁 70 b）等を備えている。

【0050】フィードポンプ 31 は燃料タンク 14 内の燃料を吸入通路 24 を通じて吸入ポート 34 から吸入するとともに、その燃料を所定のフィード圧をもって第 1 のサブライポンプ 50 a 及び第 2 のサブライポンプ 50 b にそれぞれ供給する。

【0051】これら第 1 のサブライポンプ 50 a 及び第 2 のサブライポンプ 50 b はいずれも、いわゆるインナカム式のポンプであり、フィードポンプ 31 から供給される燃料を更に高圧（例えば 25 ~ 180 MPa）に加圧し、その加圧した燃料を吐出ポート 38 から吐出通路 23 を通じてコモンレール 20 に圧送する。

【0052】図 2 は図 1 における 2A-2A 線、2B-2B 線に沿った各サブライポンプ 50 a、50 b の断面構造、並びに燃料ポンプ 30 内における燃料経路の構造を概略的に示している。また、図 3 は、定常時におけるレール圧の変化態様や、各サブライポンプ 50 a、50 b による燃料の圧送・吸入動作等をクランク角 CA に対応させて示すタイミングチャートである。

【0053】図 2 に示すように、第 1 のサブライポンプ 50 a は、燃料ポンプ 30 のハウジング 41（図 1 参照）に形成された円柱状の支持部 43、この支持部 43 に形成された貫通孔 43 a 等において往復動可能に支持された一対のプランジャ 54 a、これら各プランジャ 54 a の内端面及び貫通孔 43 a の内壁によって区画された第 1 の加圧室 52 a 等を備えている。各プランジャ 54 a の外端部分にはシュー 55 a がそれぞれ形成されており、これら各シュー 55 a にはローラ 56 a が回転可能に支持されている。

【0054】カム 42 において各ローラ 56 a が当接可能なカムフェイス 42 c は断面楕円形状を呈しているため、ドライブシャフト 40 の回転に伴ってカム 42 が回転すると、各プランジャ 54 a の往復動方向におけるカムフェイス 42 c 間の距離 L a は、その回転に伴って増減するようになる。従って、各ローラ 56 a がカムフェイス 42 c に当接したままの状態ではカム 42 が回転すると、各プランジャ 54 a が近接離間するように往復動し、その往復動に伴って第 1 の加圧室 52 a の容積が増減するようになる。以下、このカムフェイス 42 c 間の距離 L a が増大する期間を第 1 のサブライポンプ 50 a の「吸入行程」と、同距離 L a が減少する期間を「圧送行程」とする。

【0055】ドライブシャフト 40 は、クランクシャフトに対する減速比が 1/2 に設定されており、同クランクシャフトが 2 回転する間に 1 回転する。従って、図 3 に示すように、クランクシャフトが 2 回転して各気筒 #1 ~ #4 において吸気・圧縮・爆発・排気といった 1 サイクルの運転が行われる期間（クランク角 CA が 720 ° CA（CA: Crank Angle）変化する期間に相当する）

に、第1のサブライポンプ50aでは吸入行程及び圧送行程が交互に2回ずつ繰り返されることとなる。

【0056】図2に示すように、第1の加圧室52aは逆止弁44a及び第1の調整弁70aを介して上記フィードポンプ31に接続されるとともに、別の逆止弁46aを介して吐出ポート38に接続されている。これら各逆止弁44a、46aは、燃料の流れる方向が、常にフィードポンプ31から第1のサブライポンプ50aを介してコモンレール20へと向かう方向となるように、第1の加圧室52aからフィードポンプ31側へ向かう燃料の流れ、吐出ポート38から第1の加圧室52a側へ向かう燃料の流れをそれぞれ規制するものである。

【0057】以上説明した第1のサブライポンプ50a、第1の調整弁70a、各逆止弁44a、46a、コモンレール20、フィードポンプ31、及びこれらを接続する各燃料経路によって第1の燃料圧送系が構成されている。

【0058】この第1の燃料圧送系において、第1のサブライポンプ50aの吸入行程中に第1の調整弁70aが開弁すると、第1の加圧室52a内には燃料がフィードポンプ31から逆止弁44aを介して供給される。そして、このように吸入行程において第1の加圧室52a内に供給された燃料は全て、同吸入行程に続く圧送行程において第1の加圧室52aから逆止弁46aを介し吐出ポート38へと圧送される。

【0059】一方、第2のサブライポンプ50bについても第1のサブライポンプ50aと同様の構成を備えている。即ち、第2のサブライポンプ50bは、第2の加圧室52b、プランジャ54b、シュウ55b、ローラ56b等を備えている。第2の加圧室52bは、逆止弁44b及び第2の調整弁70bを介してフィードポンプ31に接続されるとともに、別の逆止弁46bを介して吐出ポート38に接続されている。

【0060】また、この第2のサブライポンプ50bにおいて、プランジャ54bを往復動可能に支持する貫通孔43bは、第1のサブライポンプ50aの貫通孔43aの延びる方向に対して直交する方向に延びるように形成されている。このため、各プランジャ54bの往復動方向におけるカムフェイス42c間の距離Lbが増大する期間を、第2のサブライポンプ50bの「吸入行程」、同距離Lbが減少する期間を「圧送行程」とすると、図3に示すように、この第2のサブライポンプ50bの吸入行程、圧送行程は、第1のサブライポンプ50aの吸入行程、圧送行程に対しそれぞれ、クランク角CAについて位相が180°CAずれた状態になっている。

【0061】以上説明した第2のサブライポンプ50b、第2の調整弁70b、各逆止弁44b、46b、コモンレール20、フィードポンプ31、及びこれらを接続する各燃料経路によって第2の燃料圧送系が構成され

ている。

【0062】上記フィードポンプ31の吐出ポートは各調整弁70a、70bの他、リリーフバルブ32にも接続されている。このリリーフバルブ32は更にリリーフポート36を介してリリーフ通路21により燃料タンク14に接続されている。各サブライポンプ50a、50bの吸入行程において各調整弁70a、70bが閉弁状態になっている場合には、フィードポンプ31から吐出される燃料の圧力によってリリーフバルブ32が開弁し、その燃料はリリーフ通路21を通じて燃料タンク14へと戻されるようになっている。

【0063】これら各燃料圧送系において、各サブライポンプ50a、50bの燃料圧送量の調節は、吸入行程中における各調整弁70a、70bの開弁時期（クランク角CA）を変更することにより行われる。

【0064】例えば、図3(c)、(d)に一点鎖線で示すように、第1の調整弁70aの開弁時期を遅らせ（遅角させ）てその開弁期間を増大させると、第1のサブライポンプ50aの燃料吸入期間が長くなる結果、燃料吸入量が増大するようになる。そして、その閉弁時期の遅角分だけ圧送開始時期が早められ（進角され）て燃料圧送期間が長くなる結果、燃料圧送量が増加するようになる。

【0065】これに対して、図3(c)、(d)に二点鎖線で示すように、第1の調整弁70aの開弁時期を進角させてその開弁期間を減少させると、第1のサブライポンプ50aの燃料吸入期間が短くなる結果、燃料吸入量が減少するようになる。そして、その閉弁時期の進角分だけ圧送開始時期が遅角され燃料圧送期間が短くなる結果、燃料圧送量が減少するようになる。

【0066】第2のサブライポンプ50b（図3(f)参照）に関しても同様に、第2の調整弁70b（図3(e)参照）の開弁時期を遅角或いは進角させることにより、その燃料圧送量を増減させることができる。因みに、こうした各サブライポンプ50a、50bの燃料圧送量は、燃圧センサ68により検出されるレール圧と、機関運転状態に基づいて設定される同レール圧の目標圧との偏差に基づいて、ECU60によりフィードバック制御されるようになっている。

【0067】このように各サブライポンプ50a、50bでは、燃料圧送量の変更する際に燃料吸入の終了時期及び燃料圧送の開始時期が変更されるが、燃料吸入の開始時期及び燃料圧送の終了時期についてはいずれも常に一定の時期（クランク角CA）に設定されている。また、燃料圧送期間における単位クランク角CA当たりの燃料圧送量は圧送開始時期によらず一定である。従って、各調整弁70a、70bに対する閉弁時期指令値から求められる燃料圧送期間（クランク角CA）に基づいて各サブライポンプ50a、50bの総燃料圧送量を求めることができる。

【0068】図3(a)は、レール圧の変化態様を示している。同図(a)に示すように、レール圧は各サブライポンプ50a、50bの燃料圧送(同図(d)、

(f)参照)に伴う増大と、燃料噴射(同図(b)参照)に伴う減少とによって常に変動している。尚、本実施形態の燃料ポンプ30では、こうした燃料圧送と燃料噴射とが同時に実行されることがないように、各調整弁70a、70bの開弁時期の範囲が制限されている。従って、各サブライポンプ50a、50bによる燃料圧送は、いずれかの気筒#1~#4における燃料噴射が終了した後に開始され、次の燃料噴射が開始される前に終了するようになっている。

【0069】また、同図(a)に示すように、燃料圧送及び燃料噴射がいずれも行われていない期間においてもレール圧が僅かに減少しているのは、前述したようにコモンレール20から各インジェクタ12に供給される燃料の一部がリリーフ通路21を通じて燃料タンク14に戻されているためである。

【0070】また、同図(g)は圧送後燃料圧PCR Pの検出タイミングを示している。この圧送後燃料圧PCR Pは、各サブライポンプ50a、50bの燃料圧送が終了した直後のレール圧の値であり、その検出タイミングは燃料圧送終了直後の所定のタイミング(例えばクランク角CAが同図においてCAA0、CAA1、CAA2、CAA3、CAA4・・・に達する時期)に設定されている。

【0071】同図(h)は圧送前燃料圧PCR Iの検出タイミングを示している。この圧送前燃料圧PCR Iは、各気筒#1~#4での燃料噴射が終了した後、各サブライポンプ50a、50bの燃料圧送が開始される前のレール圧の値であり、その検出タイミングは、機関運転状態に応じて燃料噴射時期や燃料圧送期間が変更された場合でも常に、燃料噴射の終了後、燃料圧送が開始前のタイミング(例えばクランク角CAが同図においてCAB1、CAB2、CAB3・・・に達する時期)となるように設定されている。

【0072】これら圧送後燃料圧PCR P及び圧送前燃料圧PCR Iはいずれも、ECU60によって所定のクランク角(180°CA)毎に実行される各別の処理ルーチンを通じて検出され、同ECU60のメモリ64に記憶されている。

【0073】また、同図(i)は判定カウンタ値CPCYLNDの変化態様を示している。この判定カウンタ値CPCYLNDは、レール圧が圧送前燃料圧PCR Iから圧送後燃料圧PCR Pまで変化する燃料圧送期間が各燃料圧送系のうちのいずれの燃料圧送が行われる期間であるかを判断するためのカウンタ値であり、ECU60により所定クランク角毎(180°CA毎)に実行される処理ルーチンを通じて[・・・→0→1→2→3→0→・・・]といった態様で設定されている。

【0074】例えば、図3に示すように、圧送後燃料圧PCR Pの検出タイミング(CAA0~CAA4)における判定カウンタ値CPCYLNDが「1」又は「3」に設定されている場合、その検出タイミングの直前の燃料圧送期間は第1のサブライポンプ50aによる燃料圧送が実行された期間であり、同判定カウンタ値CPCYLNDが「0」又は「2」に設定されている場合、その検出タイミングの直前の燃料圧送期間は第2のサブライポンプ50aによる燃料圧送が実行された期間であると判断することができる。

【0075】次に、高圧燃料噴射装置の異常判定処理について説明する。この異常判定処理では、各燃料圧送系の燃料圧送に伴うレール圧の上昇量を検出するとともに、各燃料圧送系の動作に基づいて同上昇量を推定し、これら検出値と推定値とを比較することにより、各燃料圧送系の異常を各別に判定するようにしている。

【0076】以下、こうした異常判定の詳細な処理手順について、図4及び図5に示すフローチャートを参照して詳細に説明する。これらフローチャートに示す「異常判定ルーチン」は、ECU60によって所定クランク角毎(180°CA毎)の割込処理として実行され、また、その割込タイミングは圧送後燃料圧PCR Pの検出タイミング(図3に示すタイミングCAA1~CAA4)の直後に設定されている。

【0077】まず、ステップ100において、ECU60はメモリ64から圧送後燃料圧PCR P及び圧送前燃料圧PCR Iをそれぞれ読み込む。そして、ステップ200において、圧送後燃料圧PCR Pから圧送前燃料圧PCR Iを減算し、その減算値(PCR P-PCR I)をレール圧上昇量ΔPCR Pとして設定する。

【0078】次に、ステップ300において、ECU60は以下の手順に従ってレール圧上昇量推定値ΔPCR PCALを算出する。このレール圧上昇量推定値ΔPCR PCALは、圧送前燃料圧PCR Iの検出時から圧送後燃料圧PCR Pの検出時までの期間(図3参照：以下、「レール圧推定期間APCR」という)におけるレール圧上昇量の推定値である。

【0079】まず、ECU60は、各調整弁70a、70bに対する閉弁時期指令値に基づいて各サブライポンプ50a、50bの燃料圧送量QPUMPを算出する。尚、燃料圧送量QPUMPは、燃料圧送が開始される以前の吸入行程における各調整弁70a、70bの閉弁時期に基づいて変化する。このため、ECU60は、今回の割込タイミングが、例えば図3に示すタイミングCAA2であり、同タイミングCAA2の直前まで行われていた燃料圧送が第2のサブライポンプ50bによるものである場合には、タイミングCAA0からタイミングCAA1までの期間に設定された第2の調整弁70bに対する閉弁時期指令値に基づいて燃料圧送量QPUMPを算出し、同割込タイミングが、例えば図3に示すタイミ

ングCAA3であり、同タイミングCAA3の直前まで行われていた燃料圧送が第1のサブライポンプ50aによるものである場合には、タイミングCAA1からタイミングCAA2までの期間に設定された第1の調整弁70aに対する開弁時期指令値に基づいて燃料圧送量QUMPを算出する。

【0080】次に、ECU60は以下の演算式(1)に従ってレール圧上昇量推定値 $\Delta PCRPCAL$ を算出する。

$$\Delta PCRPCAL = E \cdot (Q_{PUMP} - Q_{LEAK}) / VCR \quad \dots (1)$$

E: 体積弾性係数

QPUMP: 燃料圧送量

QLEAK: 燃料リーク量

VCR: コモンレール20の容積

尚、上記体積弾性係数Eは、コモンレール20内の燃料の体積弾性係数であり、圧送前燃料圧PCR1、圧送後燃料圧PCR2、及び燃温THFに基づいて本ルーチンとは別の処理ルーチンを通じて算出される値である。また

$$PCRD1 = (\Delta PCRPCAL - \Delta PCR) \cdot K + PCRD1OLD \cdot (1-K) \quad \dots (2)$$

$\Delta PCRPCAL$: レール圧上昇量推定値

ΔPCR : レール圧上昇量

K: 定数 ($0 < K < 1$)

PCRD1OLD: 前回の割込タイミングにおける第1の異常判定値PCRD1の値

一方、先のステップ400において否定判断した場合、即ち今回の割込タイミングの直前の燃料圧送期間が第2※

$$PCRD2 = (\Delta PCRPCAL - \Delta PCR) \cdot K + PCRD2OLD \cdot (1-K) \quad \dots (3)$$

$\Delta PCRPCAL$: レール圧上昇量推定値

ΔPCR : レール圧上昇量

K: 定数 ($0 < K < 1$)

PCRD2OLD: 前回の割込タイミングにおける第2の異常判定値PCRD2の値

これら各演算式(2)、(3)から明らかなように、各異常判定値PCRD1、PCRD2は、レール圧上昇量推定値 $\Delta PCRPCAL$ と圧送後燃料圧PCR2との差($\Delta PCRPCAL - \Delta PCR$)を所定のなまし定数Kに基づいて各燃料圧送系毎になまし処理したものである。

【0085】また、これら異常判定値PCRD1、PCRD2は、各燃料圧送系における異常の有無、異常が発生している場合には更に、各燃料圧送系における圧送量が不足した状態か或いは過剰な状態かに応じて異なった値となる。

【0086】例えば、第1の燃料圧送系に異常が発生しておらず、第1のサブライポンプ50a及び第1の調整弁70aがいずれも正常に動作している場合には、レール圧上昇量推定値 $\Delta PCRPCAL$ とレール圧上昇量 ΔPCR とは等しくなるため、第1の異常判定値PCRD1は「0」に収束する。

【0087】一方、例えば第1の調整弁70aが固着等

※た、燃料リーク量QLEAKは上記レール圧推定期間APCRにおいてコモンレール20から各インジェクタ12を介して燃料タンク14に戻される燃料の量であり、レール圧、燃温THF、機関回転速度NE等に基づいて本ルーチンとは別の処理ルーチンを通じて算出される値である。

【0081】こうしてレール圧上昇量推定値 $\Delta PCRPCAL$ を算出した後、ECU60は、ステップ400において、判定カウンタ値CPCYLNDが「1」又は「3」であるか否か、換言すれば今回の割込タイミングの直前の燃料圧送期間が第1の燃料圧送系からの燃料圧送が行われた期間であるか否かを判断する。

【0082】ここで肯定判断すると、ECU60は処理をステップ500に移行し、以下の演算式(2)に従って第1の燃料圧送系における異常を判定するための第1の異常判定値PCRD1を算出する。

【0083】

20※の燃料圧送系からの燃料圧送が行われた期間であると判断した場合、ECU60は処理をステップ550に移行する。そして、このステップ550において、以下に示す演算式(3)に従って第2の燃料圧送系の異常を判定するための第2の異常判定値PCRD2を算出する。

【0084】

によって開き難くなり、第1の燃料圧送系の燃料圧送量が不足している場合には、図6に示すように、本来、同図に実線で示すように変化するはずのレール圧は、一点鎖線で示すように、その上昇度合が小さくなる。従って、このように第1の燃料圧送系が圧送量不足状態になった場合には、レール圧上昇量 ΔPCR がレール圧上昇量推定値 $\Delta PCRPCAL$ よりも小さくなり、第1の異常判定値PCRD1は「0」よりも大きくなる。

【0088】これに対して、例えば第1の調整弁70aが開弁固着し、第1の燃料圧送系の燃料圧送量が最大に保持されている場合には、同図に二点鎖線で示すように、レール圧推定期間APCR中、常に燃料が圧送されてレール圧が上昇するようになる。従って、このように第1の燃料圧送系が圧送量過剰状態になった場合には、レール圧上昇量 ΔPCR がレール圧上昇量推定値 $\Delta PCRPCAL$ よりも大きくなり、第1の異常判定値PCRD1は「0」よりも小さくなる。

【0089】従って、第1の異常判定値PCRD1の大きさに基づいて第1の燃料圧送系における異常の有無、異常が有る場合には更に同系が圧送量不足状態にあるか或いは圧送量過剰状態にあるかを判断することができる。この点、第2の異常判定値PCRD2と第2の燃料圧送系との関係においても同様である。

【0090】因みに、こうした判断を行う上では、各異常判定値PCRD1、PCRD2を単にレール圧上昇量推定値 $\Delta PCRPCAL$ とレール圧上昇量 $\Delta PCRP$ との差($\Delta PCRPCAL - \Delta PCRP$)として設定し、上記のようななまし処理を省略することもできる。しかしながら、こうしたなまし処理を行うことにより、例えばノイズ等によってレール圧の検出値(圧送前燃料圧PCR1、圧送後燃料圧PCR2)が各燃料圧送系の状態とは無関係に一時的な変動を示すような場合でも、その変動に起因した各異常判定値PCRD1、PCRD2の10 変化を抑えることができるようになる。

【0091】このようにしてステップ500或いはステップ550において各異常判定値PCRD1、PCRD2を算出した後、続くステップ510或いはステップ560では、次の処理に備えて今回算出した異常判定値PCRD1、PCRD2を前回値PCRD1OLD、PCRD2OLDとしてそれぞれ設定する。

【0092】そして、ECU60は、続くステップ600以降の処理において各異常判定値PCRD1、PCRD2と予め定められた複数の所定値 α 、 β 、 γ とを比較20 することにより、各燃料圧送系についての異常判定を実行する。

【0093】図7は、上記各所定値 α 、 β 、 γ と各燃料圧送系の異常態様との関係を示している。同図に示すように、異常判定値PCRD1、PCRD2が第1の所定値 α (>0)より大きい場合、燃料圧送系は圧送量不足状態であると判定される。これに対して、異常判定値PCRD1、PCRD2の絶対値 $|PCRD1|$ 、 $|PCRD2|$ が第2の所定値 β ($0 < \beta < \alpha$)以下である場合、即ち、 $(-\beta \leq PCRD1 \leq \beta, -\beta \leq PCRD2 \leq \beta)$ なる関係が満たされる場合、燃料圧送系には異常が発生していないと判定される。更に、異常判定値PCRD1、PCRD2が第3の所定値 γ (<0)より小さい場合、燃料圧送系は圧送量過剰状態であると判定される。

【0094】そして、ECU60は、こうして得られた異常判定結果を相互に対比することにより、発生した異常の内容を特定するようにしている。以下、こうした処理について更に詳しく説明する。

【0095】まず、ステップ600では、各異常判定値PCRD1、PCRD2と第1の所定値 α とをそれぞれ比較し、それら各異常判定値PCRD1、PCRD2が40 いずれも第1の所定値 α より大きいかな否か、換言すれば各燃料圧送系がいずれも圧送量不足状態にあるかな否かを判断する。

【0096】ここで各燃料圧送系がいずれも圧送量不足状態にあると判定した場合、両燃料圧送系において略同時に異常が発生する可能性は実際上極めて低いことから、ECU60は、各燃料圧送系に共通な機構に燃料洩れ或いは動作不良が発生しているとして異常内容を特定50

する。そして、ステップ610では、こうした異常内容に対応した第1の異常フラグX1を「ON」に設定し、同フラグX1の状態をメモリ64に記憶する。

【0097】尚、上記各燃料圧送系に共通な機構における燃料洩れとしては、

- ・コモンレール20、吐出通路23、リリーフバルブ22からの燃料洩れ
- ・インジェクタ12からの過剰な燃料リーク等々がある。

【0098】また、各燃料圧送系に共通な機構における動作不良としては、

- ・フィードポンプ31の燃料供給能力の低下
- ・リリーフバルブ32の開弁固着等々がある。

【0099】そして、ECU60は処理をステップ620に移行し、各インジェクタ12による燃料噴射を停止させることにより、エンジン10の運転を強制的に停止させる。その結果、燃料ポンプ30による燃料圧送は停止され、コモンレール20内の燃料は各インジェクタ12の燃料リークにより燃料タンク14に徐々に戻されるため、レール圧は低下するようになる。従って、仮に、コモンレール20等からの燃料洩れが発生している場合でも、その燃料洩れを最小限に抑えることができるようになる。

【0100】一方、ステップ600において否定判断した場合、ECU60は図5に示すステップ700において、第1の異常判定値PCRD1と第1の所定値 α 、第2の異常判定値PCRD2の絶対値 $|PCRD2|$ と第2の所定値 β とをそれぞれ比較することにより、第1の燃料圧送系が圧送量不足状態にあり、且つ、第2の燃料圧送系が異常無しであるかな否かを判断する。

【0101】ここで肯定判断した場合、少なくとも第2の燃料圧送系についてはその燃料圧送が正常に行われていることから、上記のような各燃料圧送系に共通な機構における燃料洩れや動作不良は発生していないと判断できる。従って、この場合、ECU60は、第1のサブライポンプ50aの圧送能力が低下している、或いは第1の調整弁70aに何らかの異常が発生しているとして異常内容を特定する。そして、ステップ710において、こうした異常内容に対応した第2の異常フラグX2を「ON」に設定し、同フラグX2の状態をメモリ64に記憶する。

【0102】一方、ステップ700において否定判断した場合、ECU60はステップ800において更に、第2の異常判定値PCRD2と第1の所定値 α 、第1の異常判定値PCRD1の絶対値 $|PCRD1|$ と第2の所定値 β とをそれぞれ比較することにより、第2の燃料圧送系が圧送量不足状態にあり、且つ、第1の燃料圧送系が異常無しであるかな否かを判断する。

【0103】ここで肯定判断した場合、ECU60は、

第2のサブライポンプ50bの圧送能力が低下している、或いは第2の調整弁70bに何らかの異常が発生しているとして異常内容を特定する。そして、ステップ810において、こうした異常内容に対応した第3の異常フラグX3を「ON」に設定し、同フラグX3の状態をメモリ64に記憶する。

【0104】尚、上記各ステップ710、810において特定されるような各サブライポンプ50a、50bの圧送能力低下が生じる場合としては、

- ・サブライポンプ50a、50bのプランジャ54a、54bが噛み込み等により往復動しなくなった場合
- ・逆止弁44a、44b、46a、46bが開弁状態或いは閉弁状態のまま固着した場合

等々がある。

【0105】また、上記のような各調整弁70a、70bの異常としては、

- ・調整弁70a、70bが固着や断線等により開弁不能になった場合
- ・調整弁70a、70bの開弁時の応答性が極端に低下した場合

等々がある。

【0106】上記各ステップ700、800にていずれも否定判断した場合、ECU60は処理をステップ900に移行し、第1の異常判定値PCRD1と第3の所定値 γ 、第2の異常判定値PCRD2の絶対値|PCRD2|と第2の所定値 β とをそれぞれ比較することにより、第1の燃料圧送系が圧送量過剰状態にあり、且つ、第2の燃料圧送系が異常無しであるかを判定する。

【0107】ここで肯定判断した場合、少なくとも第2の燃料圧送系についてはその燃料圧送が正常に行われていることから、上記のような各燃料圧送系の共通機構における燃料洩れや動作不良は発生しておらず、また、第1のサブライポンプ50aの燃料圧送量が過剰であるため、その燃料圧送能力は低下してないと判断できる。従って、この場合、ECU60は、第1の調整弁70aにのみ何らかの異常が発生しているとして異常内容を特定する。そして、ステップ910において、こうした異常内容に対応した第4の異常フラグX4を「ON」に設定し、同フラグX4の状態をメモリ64に記憶する。

【0108】更に、ECU60は、ステップ915において第1の調整弁70aへの通電を停止し、同弁70aを常時閉弁状態に保持することにより、第1のサブライポンプ50aからの燃料圧送を強制的に停止させる。

【0109】一方、ステップ900において否定判断した場合、ECU60はステップ1000において、第2の異常判定値PCRD2と第3の所定値 γ 、第1の異常判定値PCRD1の絶対値|PCRD1|と第2の所定値 β とをそれぞれ比較することにより、第2の燃料圧送系が圧送量過剰状態にあり、且つ、第1の燃料圧送系が異常無しであるかを判定する。

【0110】ここで肯定判断した場合、ECU60は、第2の調整弁70bにのみ何らかの異常が発生しているとして異常内容を特定する。そして、ステップ1010において、こうした異常内容に対応した第5の異常フラグX5を「ON」に設定し、同フラグX5の状態をメモリ64に記憶する。

【0111】更に、ECU60は、ステップ1015において第2の調整弁70bへの通電を停止し、同弁70bを常時閉弁状態に保持することにより、第2のサブライポンプ50bからの燃料圧送を強制的に停止させる。

【0112】尚、上記各ステップ910、1010において特定されるような各調整弁70a、70bの異常が発生する場合としては、調整弁70a、70bが開弁固着し、サブライポンプ50a、50bの燃料圧送量が最大に保持されている場合がある。

【0113】上記各ステップ915、1015のいずれかの処理を実行した後、ECU60は処理をステップ920に移行し、燃料噴射量の上限值を設定することにより、エンジン10の出力を制限する。また、このように燃料噴射量が制限されることにより、燃料ポンプ30において要求される燃料圧送量は相対的に低下するようになる。ステップ915、1015のいずれかの処理により、燃料圧送は各サブライポンプ50a、50bのうちの一方によってのみ行われるようになるが、上記のように燃料圧送量の要求値を低下させることで、この燃料圧送を行うサブライポンプ50a、50bへの負荷が過大になるのを抑制することができるようになる。

【0114】上記ステップ620、710、810、920のいずれかの処理を実行した後、或いはステップ1000において否定判断した場合、ECU60は本ルーチンの処理を一旦終了する。

【0115】以上説明したように、本実施形態では、燃料圧送期間が各燃料圧送系のうちいずれの燃料圧送が行われる期間を判断することにより、異常判定を各燃料圧送系毎に各別に実行するようにしている。

【0116】(1) 従って、各燃料圧送系の燃料圧送を強制的に停止させる等、それらの作動状態の変更を伴うことなく各燃料圧送系の異常の有無を各別に判定することができる。その結果、レール圧の変動を招くことなく、異常の発生した燃料圧送系を特定することで、レール圧の変動に起因する燃料噴射制御の精度低下や、それに伴う機関燃焼状態の悪化を未然に防止することができるようになる。

【0117】(2) また、上記のようにレール圧の変動を招くことがないため、燃料噴射が実行される度に異常判定を行うことも可能になり、同異常判定の頻度を極力増大させることができる。その結果、燃料圧送系の異常をより早期に判定することができ、機関運転の停止や機関出力の制限等のフェイルセーフ処理をより早い段階で開始することができるようになる。

21

【0118】(3)更に、レール圧の上昇量を燃料圧送系の圧送指令値である各調整弁70a、70bの開弁時期指令値に基づいて推定し、その推定値(レール圧上昇量推定値 ΔP_{CRPCAL})と実測値(レール圧上昇量 ΔP_{CRP})と偏差に基づいて異常を判定するようにしているため、その判定をより正確に行うことができ、異常判定結果の信頼性を高めることができるようになる。

【0119】(4)特に、上記推定値と実測値との偏差(各異常判定値 $PCRD1$ 、 $PCRD2$)の大きさと所定値(α 、 β 、 γ)とを比較することにより、異常の有無だけでなく、異常の発生した燃料圧送系が圧送量不足状態にある、或いは圧送量過剰状態にあるかまで詳細に判定することができる。

【0120】(5)また、各燃料圧送系毎の異常判定結果、即ち、各異常判定値 $PCRD1$ 、 $PCRD2$ と所定値(α 、 β 、 γ)との比較結果をそれぞれ対比するようにしているため、異常の内容まで特定することができる。

【0121】即ち、(MJ1)各燃料圧送系がいずれも圧送量不足状態である場合には、各燃料圧送系に共通な機構において燃料洩れ或いは動作不良が発生している、

(MJ2)第1の燃料圧送系が圧送量不足状態であり、且つ、第2の燃料圧送系が異常無しである場合には、第1のサブライポンプ50aの圧送能力が低下しているか、第1の調整弁70aが異常である、(MJ3)第2の燃料圧送系が圧送量不足状態であり、且つ、第1の燃料圧送系が異常無しである場合には、第2のサブライポンプ50bの圧送能力が低下しているか、第2の調整弁70bが異常である、(MJ4)第1の燃料圧送系が圧送量過剰状態であり、且つ、第2の燃料圧送系が異常無しである場合には、第1の調整弁70aが異常である、(MJ5)第2の燃料圧送系が圧送量過剰状態であり、且つ、第1の燃料圧送系が異常無しである場合には、第2の調整弁70bが異常である、といった態様で、異常内容を具体的に特定することができる。従って、こうした異常内容に応じて機関運転の停止や機関出力の制限等の適切なフェイルセーフ処理を実行することができるようになる。

【0122】(6)特に、各異常判定値 $PCRD1$ 、 $PCRD2$ を、レール圧の推定値と実測値との差(レール圧上昇量推定値 ΔP_{CRPCAL} - レール圧上昇量 ΔP_{CRP})をなまし処理することにより算出するようにしているため、ノイズ等によってレール圧の検出値(圧送前燃料圧 $PCR1$ 、圧送後燃料圧 $PCR2$)が各燃料圧送系とは無関係に変動したような場合でも、その変動に起因した各異常判定値 $PCRD1$ 、 $PCRD2$ の変化が抑えられるため、更に正確な異常判定を行うことができるようになり、異常判定結果の信頼性を高めることができる。

【0123】(7)また、上記フェイルセーフ処理とし

22

て、各燃料圧送系がいずれも圧送量不足状態と判定される場合には、エンジン10の運転を強制的に停止させ、レール圧を速やかに低下させるようにしているため、仮にコモンレール20等において燃料洩れが発生している場合でも、その燃料洩れを最小限に抑えることができる。

【0124】(8)更に、上記フェイルセーフ処理として、第1の調整弁70aや第2の調整弁70bの開弁固着等により一方の燃料圧送系のみが圧送量過剰状態であると判定される場合には、その異常が発生した燃料圧送系の作動を停止する一方で、機関出力を制限し、燃料圧送量の要求値を低下させるようにしている。従って、その停止後も引き続き燃料圧送を行う燃料圧送系への負荷が過大になるのを抑制することができ、同燃料圧送系の故障等、二次的な異常の発生をも回避することができるようになる。

【0125】(9)また、異常発生時には、その異常内容に対応した異常フラグX1～X5を「ON」に設定するようにしているため、メンテナンス時等において、それら各異常フラグX1～X5の内容を判断することで故障箇所やその原因を簡単に知ることができるようになり、故障解析や修理作業を極めて容易に行うことができるようになる。

【0126】[その他の実施形態]以上説明した本実施形態は以下のように構成を変更して実施することもできる。

【0127】・上記実施形態では、各調整弁70a、70bの開弁時期指令値に基づいてレール圧の上昇量を推定し、その推定値(レール圧上昇量推定値 ΔP_{CRPCAL})と実測値(レール圧上昇量 ΔP_{CRP})との比較に基づき異常の有無を判定するようにしたが、この開弁時期指令値と上記実測値とを直接比較することにより異常の有無を判定するようにしてもよい。

【0128】・上記実施形態では、燃料圧送と燃料噴射とが同時に実行されることがないように各調整弁70a、70bの開弁時期の範囲を制限するようにしたが、こうした制限を設けていない、即ち燃料圧送期間と燃料噴射期間とが重なる場合がある高圧燃料噴射装置であっても、上記異常判定手法を適用することができる。この場合には、例えば、図4に示す「異常判定ルーチン」のステップ100の処理を実行する前に燃料圧送期間と燃料噴射期間とが重なるか否かを判断する処理を行い、重ならない旨判断した場合にのみ、同ステップ100以降の処理を実行するようにする。

【0129】・上記実施形態では、先に示した異常内容を特定する各処理MJ1～MJ5を全て実行するようにしたが、これら各処理MJ1～MJ5のうちのいずれか一つの処理を実行するようにし、或いはいくつかの処理を組み合わせて実行するようにしてもよい。

【0130】・上記実施形態において、各異常フラグX

10

20

30

40

50

1〜X5のうちいずれかが「ON」に設定されたときに異常の発生を示す警告灯を点灯させるようにしてもよい。

・上記実施形態では、レール圧の上昇量についての推定値と実測値とを比較することにより異常の有無を判定するようにしたが、例えば、レール圧の変化する際の変化速度や変化パターンについての推定値と実測値との比較に基づいて異常の有無を判定するようにしてもよい。

【0131】・更に、こうした推定値と実測値との比較を省略し、単に、この実測値と所定の判定値とを比較してレール圧の上昇の有無を判断することにより異常の有無を判定するようにしてもよい。

【0132】・上記実施形態では、2つの燃料圧送系を備えた高圧燃料噴射装置を例に本発明の実施形態について説明したが、本発明は3つ以上の燃料圧送系を備えた高圧燃料噴射装置に適用することもできる。この際、各燃料圧送系による燃料圧送期間が重なることがある場合には、それら燃料圧送時期が重ならず、いずれかの燃料圧送系が単独で燃料を圧送する期間を判断し、その期間において異常の有無を判定するようにする。

【0133】・上記実施形態では、燃料圧送量Q P U M P及び燃料リーク量Q L E A Kに基づいてレール圧の上昇量を推定するようにしたが、例えばこの燃料リーク量Q L E A Kが燃料圧送量Q P U M Pと比較して極めて少ない場合には、燃料圧送量Q P U M Pのみに基づいてレール圧の上昇量を推定するようにしてもよい。

【0134】・上記実施形態では、内燃機関としてディーゼルエンジンを例示したが、例えば、燃料を燃焼室に直接噴射する筒内燃料噴射式のガソリンエンジンにおける高圧燃料噴射装置の異常判定方法として本発明を適用することもできる。

【0135】これら各実施形態から把握される技術的思想について以下にその効果とともに記載する。

(イ) 内燃機関の燃料噴射弁が接続される蓄圧配管に複数の燃料圧送系から各別の圧送期間をもって高圧燃料を圧送するようにした高圧燃料噴射装置の異常処理装置において、前記圧送期間が前記各燃料圧送系のうちのいずれの燃料圧送が行われる期間であるかを判断する判断手段と、当該判断される圧送期間での前記蓄圧配管内の燃料圧変化を検出する検出手段と、前記判断結果と前記検出される燃料圧変化とに基づいて異常の有無を前記各燃料圧送系毎に各別に判定する判定手段と、前記判定される各燃料圧送系毎の異常判定結果を対比し、該対比結果に基づいてフェイルセーフ処理を実行するフェイルセーフ処理実行手段とを備えたことを特徴とする高圧燃料噴射装置の異常処理装置。

【0136】上記構成によれば、蓄圧配管内の燃料圧力を変動させることなく、異常の有無を各燃料圧送系毎に各別に判定することができるとともに、その異常の内容に応じた適切なフェイルセーフ処理を実行することがで

きるようになる。

【0137】(ロ) 上記(イ)に記載した高圧燃料噴射装置の異常処理装置において、前記フェイルセーフ処理実行手段は前記異常判定結果が全ての燃料圧送系に異常有りとする判定結果であるときに、前記燃料噴射弁による燃料噴射を停止して機関運転を強制的に停止させることを特徴とする高圧燃料噴射装置の異常処理装置。

【0138】上記構成によれば、上記(イ)に記載した高圧燃料噴射装置の異常処理装置の作用効果に加え、不適切な燃料噴射圧に基づき継続して機関が運転されるのを回避することができるようになる。

【0139】(ハ) 上記(イ)に記載した高圧燃料噴射装置の異常処理装置において、前記フェイルセーフ処理実行手段は前記異常判定結果が一部の燃料圧送系にのみ異常有りとする判定結果であるときに、その一部の燃料圧送系の燃料圧送動作のみを強制的に停止させることを特徴とする高圧燃料噴射装置の異常処理装置。

【0140】上記構成によれば、上記(イ)に記載した高圧燃料噴射装置の異常処理装置の作用効果に加え、異常のある燃料圧送系から蓄圧配管へ燃料が圧送されることに起因して二次的な異常が発生してしまうのを回避することができ、また、その他の燃料圧送系によって蓄圧配管に燃料を圧送することにより、機関運転を継続することができる。

【0141】(ニ) 上記(ハ)に記載した高圧燃料噴射装置の異常処理装置において、前記フェイルセーフ処理実行手段は前記一部の燃料圧送系の燃料圧送動作を強制的に停止させるのに加え、更に前記燃料噴射弁の燃料噴射量を所定量以下に制限することを特徴とする高圧燃料噴射装置の異常処理装置。

【0142】上記構成によれば、上記(ハ)に記載した高圧燃料噴射装置の異常処理装置の作用効果に加え、燃料圧送を行うその他の燃料圧送系における燃料圧送量が燃料噴射量の制限によって低下するようになるため、同燃料圧送系への負荷が過大になるのを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ディーゼルエンジンの高圧燃料噴射装置を示す概略構成図。

【図2】燃料ポンプの部分断面構造及び燃料経路の構造を示す構成図。

【図3】レール圧の変化態様を示すタイミングチャート。

【図4】高圧燃料噴射装置の異常を判定する際の処理手順を示すフローチャート。

【図5】高圧燃料噴射装置の異常を判定する際の処理手順を示すフローチャート。

【図6】異常発生時におけるレール圧の変化態様を示すタイミングチャート。

【図7】異常判定値と各燃料圧送系の異常態様との関係

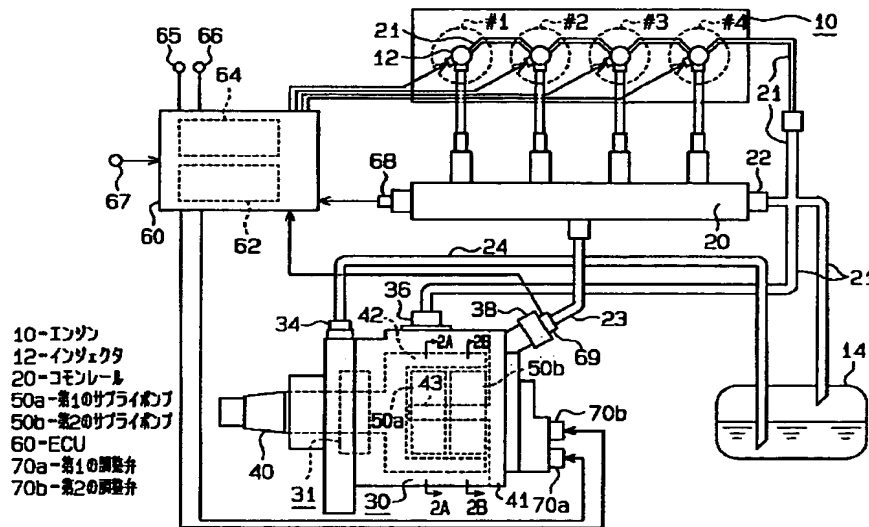
を説明する説明図。

【符号の説明】

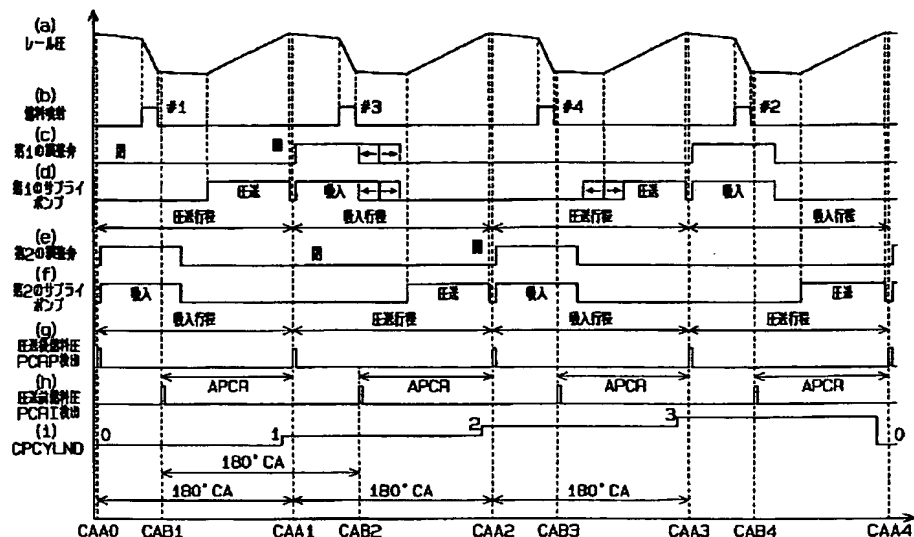
10…エンジン、12…インジェクタ、14…燃料タンク、20…コモンレール、21…リリーフ通路、22…リリーフバルブ、23…吐出通路、24…吸入通路、30…燃料ポンプ、31…フィードポンプ、32…リリーフバルブ、34…吸入ポート、36…リリーフポート、38…吐出ポート、40…ドライブシャフト、41…ハウジング、42…カム、42c…カムフェイス、43…*

*支持部、43a、43b…貫通孔、44a、44b、46a、46b…逆止弁、50a…第1のサブライポンプ、50b…第2のサブライポンプ、52a…第1の加圧室、52b…第2の加圧室、54a、54b…プランジャ、55a、55b…シュー、56a、56b…ローラ、60…ECU、62…CPU、64…メモリ、65…回転数センサ、66…気筒判別センサ、67…アクセルセンサ、68…燃圧センサ、69…燃温センサ、70a…第1の調整弁、70b…第2の調整弁。

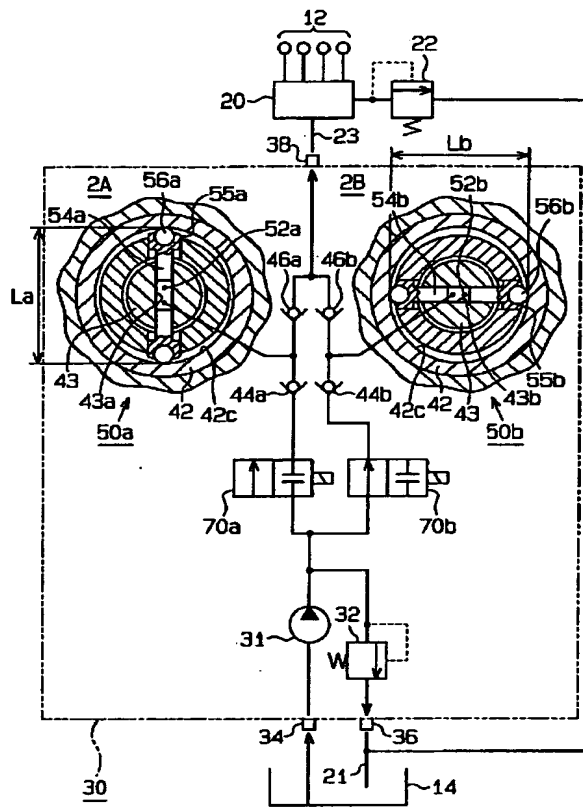
【図1】



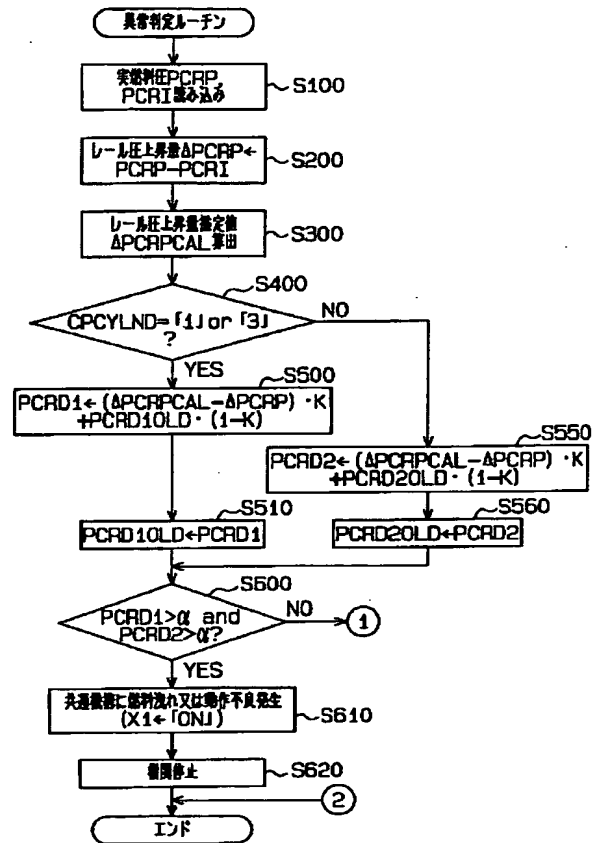
【図3】



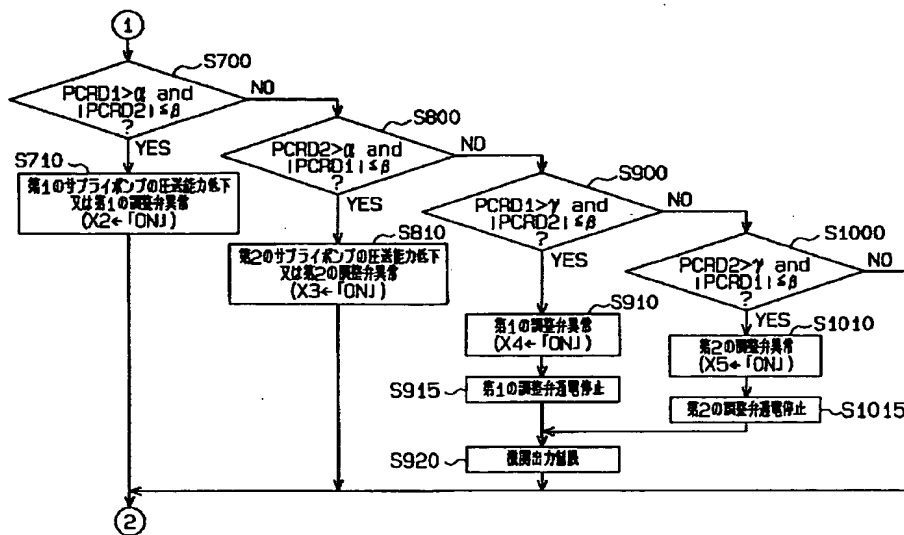
【図2】



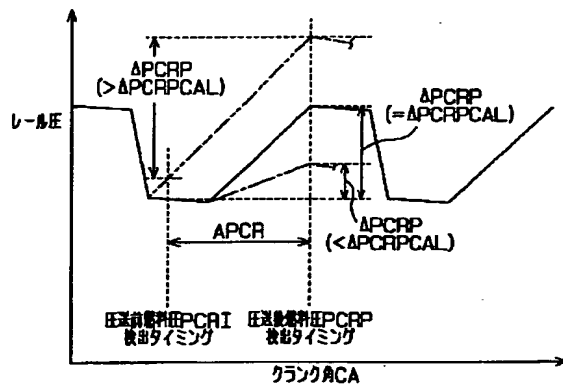
【図4】



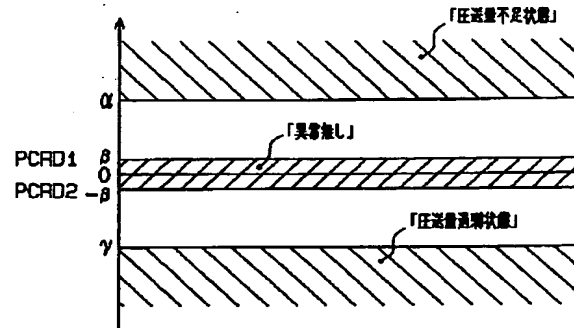
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

F ターム(参考) 3G084 AA01 AA03 BA13 DA07 DA27
 EA05 EA07 EA11 EB22 FA00
 FA13 FA17 FA38 FA39
 3G301 HA01 HA02 HA04 HA06 JB09
 LB04 LB06 LB07 LB11 MA11
 NA08 NB03 NE17 NE19 PB03Z
 PB05Z PB08Z PE03Z PE04Z
 PE05Z